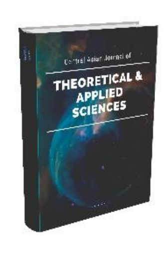


CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED SCIENCES

Volume: 03 Issue: 05 | May 2022 ISSN: 2660-5317

Гидродинамические Режимы В Процессе Сушки Минеральных Удобрений

Тожиев Р. Ж., Миршарипов Р. Х., Ражабова Н. Р.
Ферганский политехнический институт, Фергана, Республика Узбекистан
tillo1012@mail.ru

Received 26th Mar 2022, Accepted 15th Apr 2022, Online 29th May 2022

Аннотация: *В статье исследуется влияние гидродинамических режимов на температуру высушиваемого минерального удобрения на выходе из барабанной сушилки. Из анализа существующих конструкций насадок, их рабочие параметры были проанализированы на основе многоступенчатого системного анализа на основе программы MATLAB, была разработана улучшенная расчетная схема двухкомпонентной насадки. На основе полученного уравнения регрессии определены оптимальные параметры значений определяемых критериев: производительность сушилки, угол наклона насадки, скорость теплоносителя и температура теплоносителя.*

Ключевые слова: *сушка минерального удобрения, сушильный барабан, двухкомпонентная насадка, производительность сушилки, угол наклона насадки, скорость теплоносителя, температура теплоносителя.*

Введение

Сушка материалов - один из самых энергоемких процессов в технологической линии. Использование этого процесса важно для определения качества готового продукта. Стоимость термической сушки составляет 10% от общей стоимости технологического процесса. В этом контексте актуально создание высокоэффективных, энергосберегающих режимов сушки, а также регулирование и оптимизация процессов теплообмена в сушилках.

Из литературы источников известно, что процесс сушки зависит от размера материала, влажности, гидродинамики движения материала и высушающего агента, параметров внутренней и внешней среды [1-8]. Сочетание этих факторов определяет условия процесса сушки. Поэтому в промышленности используются различные методы и устройства в зависимости от физических, химических и механических свойств материала, подлежащего сушке.

Известно, что при сушке материалов в промышленности используются два типа теплообмена - контактный и конвективный. Однако большое количество тепла передается высушенному материалу за счет конвективного теплообмена. Количество тепла, передаваемого конвективным способом материалу, подлежащему сушке в барабанном аппарате до 20 раз превышает количество тепла, передаваемого контактным способом. Интенсивность конвективной теплопередачи в сушилке, в свою очередь, напрямую зависит от раскрытия поверхности частицы и среднего

размера частицы. Чем больше материал распределен по сушильной поверхности, тем больше площадь конвективного теплообмена. Таким образом, эффективность сушки материалов в барабанной сушилке зависит от поверхности слоя материала, падающего с насадок сушилки. В свою очередь, обеспечение того, чтобы материал рассыпался по внутреннему сечению барабана, будет зависеть от конструкции контактного элемента [10].

Хотя простота, высокая эффективность и универсальность конструкции барабанных сушилок позволяют широко использовать их в различных отраслях народного хозяйства, есть такие вопросы, как повышение интенсивности процесса сушки, снижение гидравлического сопротивления в устройстве, рациональное использование обогревающего агента и минимизация энергопотребления по-прежнему требуют исследований.

Методика проведения эксперимента

Исходя из существующих конструкций насадок, их рабочие параметры были проанализированы на основе многоступенчатого системного анализа на основе программы MATLAB, была разработана улучшенная расчетная схема двухкомпонентной насадки [9].

На основе системного анализа проведены теоретические исследования гидродинамических режимов барабанной сушилки, разработана математическая модель процесса сушки, тепловой баланс термической сушки дисперсных материалов в барабанной сушилке, методы расчета коэффициентов тепломассопереноса и оптимизации процесса сушки [12].

В данной статье по результатам теоретических исследований экспериментально определяются параметры, влияющие на интенсивность теплопередачи при низком энергопотреблении с использованием двухэлементнй насадки в барабанной сушилке, а также влияние гидравлического сопротивления и скорости теплоносителя на температуру материала [11].

Для оценки влияния конструкции насадки на гидродинамические параметры аппарата и процессы теплообмена было разработана лабораторная барабанная сушилка и проведены эксперименты (Рис. 1).



Рис. 1. Общий вид барабанной сушилки

Результаты исследований:

В экспериментах изучалось влияние скорости теплоносителя на температуру материала. Эксперименты проводились на лабораторной установке по определению кинетических кривых процесса сушки минеральных удобрений. Для проведения исследований выбраны следующие значения переменных параметров: производительность барабана G_M = 0,18; 0,32; 0,46 кг/с,

CENTRAL ASIAN JOURNAL OF THEORETICAL AND APPLIED SCIENCES
Volume: 03 Issue: 05 | May 2022, ISSN: 2660-5317

скорость теплоносителя в барабане υ= 1,4÷14,2 м/с и число оборотов барабана n = 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 об/мин.

В эксперименте исходные параметры имели следующие значения. Начальная влажность предварительно увлажненных минеральных удобрений составляла 29%. Начальная температура теплоносителя, выходящего из нагревателя, была установлена на уровне 100°C. Температура воздуха на входе и выходе из барабана измерялась прибором АНЕМОМЕТР BA06–TROTEC. Начальную температуру материала измеряли термометром ТС-4. Температура, при которой высушиваемый материал поступает в барабан, составляла 21°C. Во время эксперимента были измерены температуры высушенного материала и нагревающего агента, покидающего барабан, и они указаны в таблицах 1–8. В ходе эксперимента отбирали образцы высушенного материала и определяли их влажность. Влагосодержание образцов определяют путем их сушки при 105°C в течение 3 ч в сушильном шкафу. Результаты эксперимента показаны на рисунках 6-9.

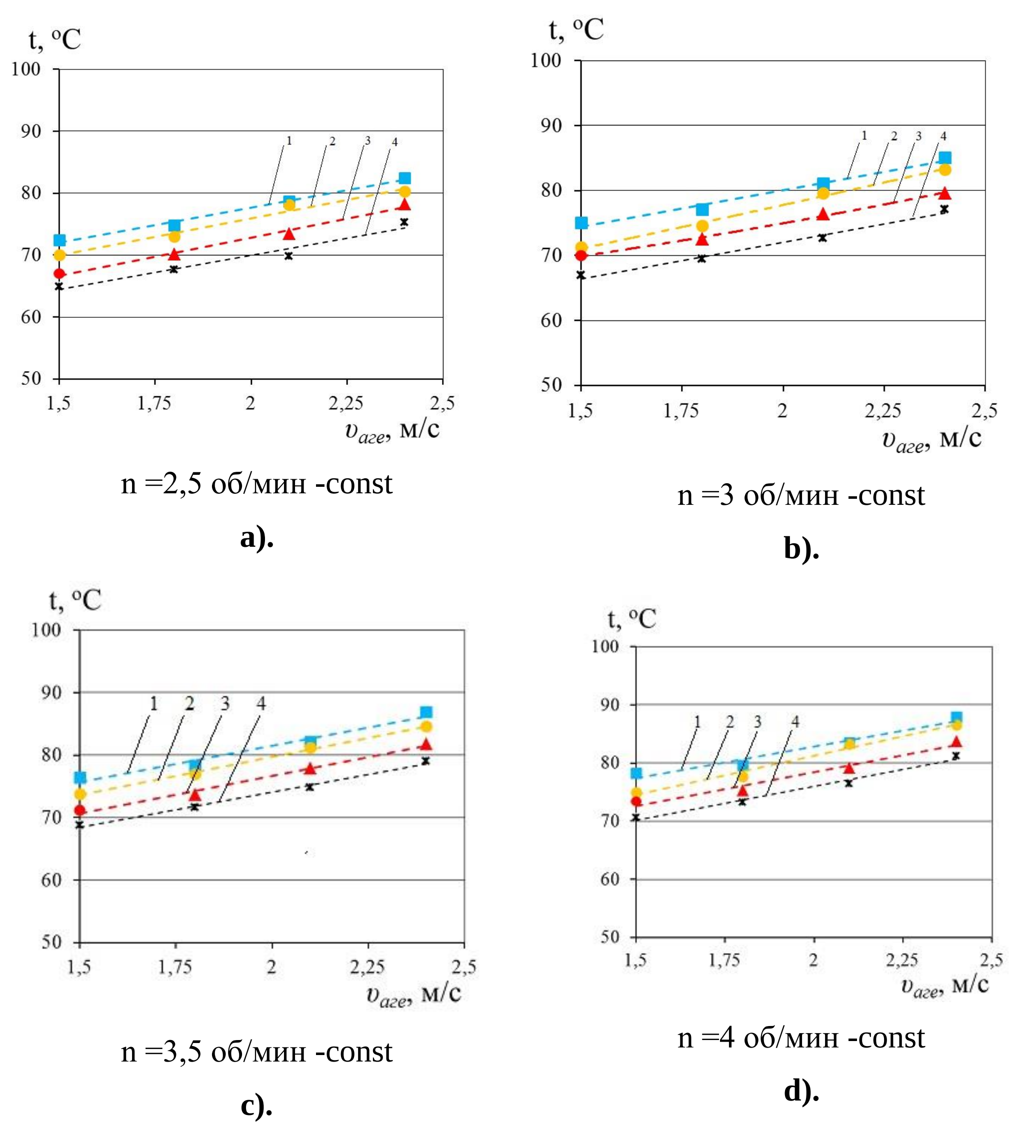


Рис. 2. Зависимость скорости теплоносителя от изменения температуры материала.

1– G_M=0,02 кг/с; 2– G_M=0,03 кг/с; 3–G_M=0,04 кг/с; 4– G_M=0,05 кг/с;

Как видно из рисунков 2-5, при производительности барабана G_M = 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 кг/с, скорости теплоносителя в барабане W = 1,5; 1,8; 2,1; 2,4 м/с и при числе оборотов барабана n = 2.5 об/мин минимальное значение температуры высушенного минерального удобрения составило t_2=64,9^{0}C, а максимальное значение температуры высушенного минерального удобрения составило t_2=82,4^{0}C. При числе оборотов барабана n = 3 об/мин минимальное значение температуры высушенного минерального удобрения составило t_2=66,9^{0}C, а максимальное значение температуры высушенного минерального удобрения составило t_2=84,3^{0}C. При числе оборотов барабана n=3,5об/мин минимальное значение температуры высушенного минерального удобрения составило t_2=68,7^{0}C, а максимальное значение температуры высушенного минерального удобрения составило t_2=86,8^{0}C.

Для определения оптимальных значений использовался метод математического планирования на основе проведенных многофакторных экспериментов. В теоретических исследованиях и многомерных экспериментах вторыми наиболее эффективными факторами являются производительность сушилки (X1), угол наклона насадки (X2), скорость теплоносителя (X3) и температура теплоносителя (X4), гидравлическое сопротивление устройства, качество продукции и энергопотребление.

В качестве критериев оценки для проведения многофакторных экспериментов были приняты температура охлаждения удобрения (Y1), гранулированный состав материала (Y2) и гидравлическое сопротивление барабана (Y3).

Предполагая, что влияние факторов на критерии оценки будет полностью охватывать полином второй степени, эксперименты проводились на основе плана HARTLI-4.

Чтобы уменьшить влияние неконтролируемых факторов на критерии оценки, последовательность экспериментов была определена с использованием таблицы случайных чисел 1/17, и эксперименты были повторены 5 раз по отдельности.

Были выбраны среднеарифметические значения экспериментальных результатов. Результаты экспериментов обрабатывались в соответствующем порядке, адекватно представляющие критерии оценки, были получены по программе уравнения регрессии HARTLI-4 программы «PLANEX», и построены графики зависимости переменных от критериев (рисунки 6-7).

Тогда:

Температура охлаждения удобрения в устройстве определяется по следующему уравнению регрессии, ^oC

Y_1 = +133.8952 + 35.563 X1 + 0.000 X2 + 154.300 X3 + 18.2967 X4 + 64.683 X1X1 + 45.287 X1X2 - 45.238 X1X3 - 44.679 X1X4 + 62.984 X2X2 - 22.7521 X2X3 - 19.629 X2X4 - 88.350 X3X3 + 45.196 X3X4 - 119.949 X4X4; (1)

Гидравлическое сопротивление барабана определяется по следующему уравнению регрессии, кПа

Y = + 1329.121 + 3555.5 X1 + 3620.0 X2 + 1541.13 X3 + 1827.20 X4 + 2556.7 X1X1 + 4520.2 X1X2 – 4521.8 X1X3 – 4457.8 X1X4 + 3879.9 X2X2 – 2274.50 X2X3 – 1937.3 X2X4 – 1728.1 X3X3 + 2117.0 X3X4 – 1088.21 X4X4; (2)

Из анализа полученных уравнений регрессии (уравнения 1 и 2) и графиков (рисунки 6-7) видно, что все факторы оказывают существенное влияние на критерии оценки. Кроме того, производительность устройства, угол наклона насадки, скорость теплоносителя и температура теплоносителя находятся в сложной взаимосвязи с исследуемыми факторами.

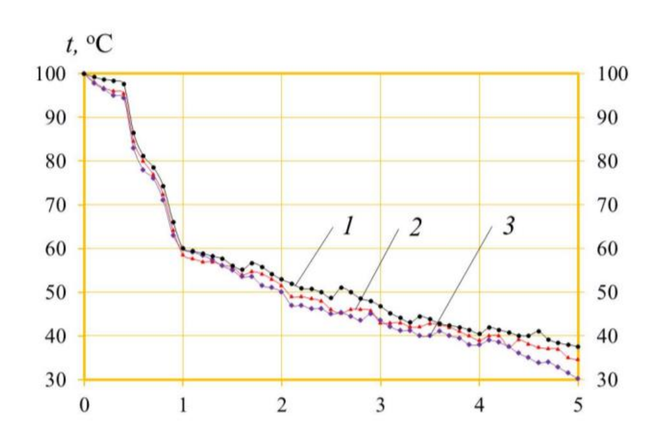


Рис. 6. Зависимость температуры удобрений от переменных факторов и зон барабана

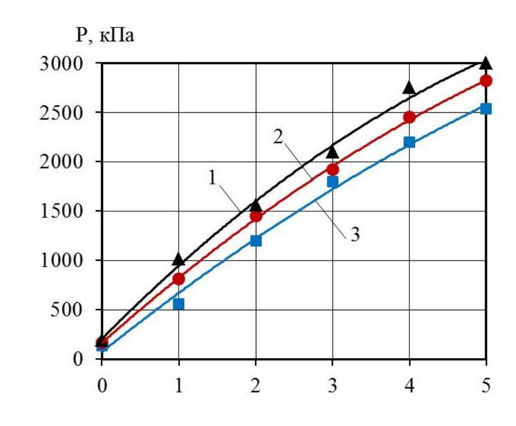


Рис. 7. Зависимость гидравлического сопротивления от переменных факторов и зон барабана

Выводы:

Для определения факторов, влияющих на исследуемые процессы, на гидравлическое сопротивление устройства, оптимальных значений энергозатрат, уравнения регрессии решались отдельно по заданным критериям. В данном случае температура охлаждения удобрения была принята выше 30-40°С, а гидравлическое сопротивление барабана составляло 3,4-4 кПа. Эта задача была решена на ПК «Pentium IV» с помощью программы Excel «Поиск решений», получены оптимальные значения переменных в закодированном виде и закодированные значения преобразованы в натуральные значения. Таким образом, оптимальные параметры значений определяемых критериев были стандартизированы и составили: производительность сушилки (X1)-0,39 кг/с, угол наклона насадки (X2)-35,6 градусов, скорость теплоносителя (X3)-10,26 м/с и температура теплоносителя (X4)- 50,4°С.

При данных значениях факторов температура охлаждения удобрения (Y1) -36,5°С, гранулометрический состав (Y2) - 10,4% менее 1 мм, 30,9% в пределах 1 ÷ 3 мм, 43,6% в пределах 3 ÷ 5 мм, 5 ÷ 10 мм в пределах 11,4% и более 10 мм составило 3,7%, а гидравлическое сопротивление барабана (Y3) было принято равным -2142Па. Эти значения полностью удовлетворяют заданным технологическим параметрам.

Литература

1. Tojiev R. J. Drying glass feed stock in drum drier for manufacturing glass products //Scientific-technical journal. – 2019. – Т. 22. – №. 3. – С. 137-140.
2. Тожиев Р. Ж., Ахунбаев А. А., Миршарипов Р. Х. Сушка тонкодисперсных материалов в безуносной роторно-барабанном аппарате //Научно-технический журнал ФерПИ,-Фергана,(2). – 2018. – С. 116-119.
3. Mirsharipov R. H., Akhunbaev A. A. Research of Hydrodynamic Parameters of Drum Dryer //International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – 2020. – Т. 7. – №. 11.
4. Тожиев Р. Ж. и др. Анализ процесса сушки минеральных удобрений в барабанном аппарате //Universum: технические науки. – 2021. – №. 8-1 (89). – С. 31-36.
5. Тожиев Р. Ж. и др. Оптимизация конструкции сушильного барабана на основе системного анализа процесса //Universum: технические науки. – 2020. – №. 11-1 (80). – С. 59-65.

6. Тожиев Р. Д., Ахунбаев А. А., Миршарипов Р. Х. ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СУШКЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В БАРАБАННЫХ СУШИЛКАХ //Научнотехнический журнал. – 2021. – Т. 4. – №. 4.
7. Khabibullaevich M. R. Drying Building Materials in a Drum Dryer //Journal of Marketing and Emerging Economics. – 2021. – Т. 1. – №. 6. – С. 93-97.
8. Mirsharipov R. ANALIYSIS OF DRYING BUILDING MATERIALS IN A DRUM DRYER //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 8. – С. 145-152.
9. Tojiyev R. J., Akhunbaev A. A., Mirsharipov R. X. RESEARCH OF HYDRODYNAMIC PROCESSES WHEN DRYING MINERAL FERTILIZERS IN DRUM DRYERS //Scientific-technical journal. – 2021. – Т. 4. – №. 4. – С. 10-16.
10. Tojiev R. J. Axunbaev AA Mirsharipov RX Optimization konstruktsii sushilnogo barabana na osnove sistemnogo analiza protsessa //Universum: tehnicheskie nauki. – 2020. – №. 11-1. – С. 80.
11. Tojiev R. et al. Optimized dryer design based on system process analysis //Universum: технические науки: научный журнал. – 2020. – №. 2. – С. 11.
12. Ахунбоев А. А., Хабибуллаевич М. Р. Барабанли аппаратда дисперс материални қуритиш жараёни статикаси. 2020 //Фарғона политехника институти Илмий-техника журнали. – Т. 5. – №. 1. – С. 268-272.
13. Ахунбаев, А. А., Ражабова, Н. Р., & Вохидова, Н. Х. (2020). Исследование гидродинамики роторной сушилки с быстровращающимся ротором. *Экономика и социум*, (12-1), 392-396.
14. Ахунбаев, А. А., & Ражабова, Н. Р. (2021). Высушивание дисперсных материалов в аппарате с быстро вращающимся ротором. *Universum: технические науки*, (7-1 (88)), 49-52.

